

14P201334PCT/EP 25 APR 2006

Verfahren und Vorrichtung zur Abstandsregelung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs, wobei ein Istwert einer Abstandsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt wird. Weiterhin werden in Abhängigkeit von Eingangsgrößen, die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte für die Abstandsgröße ermittelt. Aus den Gewichtungswerten wird wiederum ein Sollwert für die Abstandsgröße ermittelt, wobei Bremsmittel und/oder Antriebsmittel des Fahrzeugs derart angesteuert werden, dass der ermittelte Istwert der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert einnimmt.

Eine derartige Vorrichtung zur Abstandsregelung geht aus der Druckschrift DE 199 43 611 A1 hervor. Die Vorrichtung ermittelt einen Sollabstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug, wobei die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs durch Eingriffe in den Motorantrieb und/oder die Bremse des Fahrzeugs derart geregelt wird, dass der Abstand zwischen Fahrzeug und vorausfahrendem Fahrzeug den ermittelten Sollabstand einnimmt. Damit auch bei ungünstigen Wetter- und Helligkeitsverhältnissen ein sicherer, d.h. ausreichend großer Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug eingehalten wird, werden in Abhängigkeit von Eingangsgrößen, die die Fahrgeschwindigkeit, die Sichtweite, den Straßenzustand, die Scheibenwischeraktivität und den Schaltzustand von Nebelleuchten und Scheinwerfern beschrei-

ben, Gewichtungswerte ermittelt, die umso größere positive Werte annehmen, je ungünstiger die durch die Eingangsgrößen beschriebenen Wetter- und Helligkeitsverhältnisse sind. Die Gewichtungswerte stellen gemäß eines dargestellten Ausführungsbeispiels dimensionslose Relativwerte dar, die zu einem gemeinsamen Faktor aufaddiert werden, entsprechend dem der Sollabstand im Falle ungünstiger Wetter- und Helligkeitsverhältnisse vergrößert wird. Nachteilig ist, dass sich aufgrund der Addition der stets positiven Gewichtungswerte ein hoher Gewichtungswert, der sich beispielsweise infolge ungünstiger Wetterverhältnisse ergibt, nicht durch einen niedrigen Gewichtungswert, der sich beispielsweise infolge günstiger Helligkeitsverhältnisse ergibt, kompensieren lässt, sodass der Sollabstand und damit der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug unter Umständen unangemessen große Werte annimmt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass ein der Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder der Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder dem Fahrverhalten des Fahrers angemessener Sollwert für die Abstandsgröße ermittelt wird.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 7 gelöst.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs wird ein Istwert einer Abstandsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt. Weiterhin werden in Abhängigkeit von Eingangsgrößen, die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte für die Abstandsgröße ermittelt. Aus den Gewichtungswerten wird wiederum ein Sollwert für die Abstandsgröße ermittelt, wobei Bremsmittel und/oder Antriebsmittel des Fahrzeugs derart angesteuert werden, dass der ermittelte Istwert

der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert einnimmt. Zur Ermittlung des Sollwerts der Abstandsgröße werden die Gewichtungswerte miteinander multipliziert, sodass sich bei entsprechender Vorgabe der Werteintervalle, innerhalb derer die Gewichtungswerte liegen, ein der Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder der Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder dem Fahrverhalten des Fahrers angemessener Sollwert für die Abstandsgröße ermitteln lässt. Der Anschaulichkeit halber soll vorausgesetzt werden, dass ein hoher Gewichtungswert einem hohen Sollwert und ein niedriger Gewichtungswert einem niedrigen Sollwert entspricht. So kann aufgrund der multiplikativen Verknüpfung ein hoher Gewichtungswert (> 1) durch einen niedrigen Gewichtungswert (< 1) kompensiert werden und umgekehrt. Auf diese Weise lassen sich sowohl unangemessen große als auch unangemessen kleine Sollwerte der Abstandsgröße verhindern.

Die zur Beschreibung der Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder der Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder des Fahrverhaltens des Fahrers herangezogenen Eingangsgrößen umfassen insbesondere eine oder mehrere der folgenden Größen:

- die Scheibenwischeraktivität, die Fahrtgeschwindigkeit und Beschleunigung des Fahrzeugs, die Relativgeschwindigkeit und Relativbeschleunigung zwischen Fahrzeug und vorausfahrendem Fahrzeug,
- den Fahrbahnverlauf, die Fahrbahnneigung, die Fahrbahnbeschaffenheit, geltende Fahrtgeschwindigkeitsbegrenzungen, die in Fahrzeugumgebung vorliegenden Wetter- und Helligkeitsverhältnisse, die Außentemperatur,
- das Fahrkönnen des Fahrers, den Fahrertyp, und die Betätigung eines zur fahrerseitigen Beeinflussung der Antriebsmittel vorgesehenen Fahrpedals.

Vorteilhafte Ausführungen des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Vorteilhafterweise wird zur exakten Ermittlung des Sollwerts der Abstandsgröße das geometrische Mittel der Gewichtungswerte gebildet. Die Ermittlung des geometrischen Mittels kann auf Basis einer leicht zu berechnenden Reihentwicklung erfolgen, wobei die Ermittlungsgenauigkeit umso größer ist, je größer die Anzahl der berücksichtigten Reihenglieder ist.

Um zu verhindern, dass die ermittelten Gewichtungswerte zu übermäßig großen bzw. übermäßig kleinen Sollwerten für die Abstandsgröße führen, werden die multiplizierten Gewichtungswerte auf einen vorgegebenen Wertebereich eingeschränkt. Der Wertebereich ist hierbei durch Vorgabe eines oberen und unteren Grenzwerts für die multiplizierten Gewichtungswerte definiert, wobei die Grenzwerte in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben werden.

Zur einfachen Ermittlung des Sollwerts der Abstandsgröße können die multiplizierten Gewichtungswerte mit einem geeigneten Referenzwert für die Abstandsgröße multipliziert werden, wobei der Referenzwert ebenfalls in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben wird.

Die erwähnten Fahrzustandsgrößen umfassen beispielsweise eine Fahrtgeschwindigkeitsgröße, die die Fahrtgeschwindigkeit des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Beschleunigungsgröße, die die Beschleunigung bzw. Verzögerung des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Relativgeschwindigkeitsgröße, die die Relativgeschwindigkeit zwischen Fahrzeug und vorausfahrendem Fahrzeug beschreibt, und/oder eine Relativbeschleunigungsgröße, die die Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung des Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt.

Die Ermittlung des Referenzwerts und der Grenzwerte erfolgt vorzugsweise derart, dass der Sollwert der Abstandsgröße einen gegebenen Höchst- bzw. Mindestwert nicht über- bzw. un-

terschreitet. Der Höchstwert ist im wesentlichen durch die maximale Reichweite von Sensormitteln, die zur Ermittlung des Istwerts der Abstandsgröße vorgesehen sind, gegeben, während sich der Mindestwert aus einem aus Sicherheitsgründen nicht zu unterschreitenden Mindestabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug ergibt, der einerseits so gering wie möglich ist und der andererseits auch bei einer Vollbremsung des vorausfahrenden Fahrzeugs dem Fahrer die Möglichkeit gibt, das Fahrzeug sicher und kollisionsfrei in den Stillstand abzubremesen, wobei neben den Fahrzustandsgrößen zusätzlich Verzögerungszeitgrößen, die die Reaktionszeit des Fahrers ("Schrecksekunde") und/oder die aufgrund des Lüftspiels verursachte Totzeit der Bremsmittel des Fahrzeugs beschreiben, mitberücksichtigt werden. Bei den Sensormitteln handelt es sich beispielsweise um Radar- oder Ultraschallsensoren, wie sie in gängigen Abstandsregelsystemen Verwendung finden. Die Reichweite dieser Sensormittel beträgt je nach Ausführung und verwendetem Frequenzbereich zwischen 30 und 200 Metern.

Um den Fahrer auf ein allzu dichtes Auffahren auf das vorausfahrende Fahrzeug bzw. auf das Vorliegen einer Auffahrgefahr hinzuweisen, besteht die Möglichkeit, eine Fahrerwarnung an den Fahrer des Fahrzeugs in Form optischer und/oder akustischer Signale ausgegeben, falls der ermittelte Istwert der Abstandsgröße den durch den unteren Grenzwert der multiplizierten Gewichtungswerte gegebenen Sollwert der Abstandsgröße, also den Mindestwert der Abstandsgröße unterschreitet. Dem Fahrer bleibt dann noch ausreichend Zeit, um geeignete Gegenmaßnahmen, beispielsweise durch Betätigung der Bremsmittel des Fahrzeugs, zu ergreifen.

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung wird im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 die schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Fig. 2 ein schematisch dargestelltes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs dargestellt, wobei in einem ersten Hauptschritt 11 ein Istwert d_{ist} einer Abstandsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt wird. Gleichzeitig werden in Teilschritten 12a bis 12d, die Teil eines zweiten Hauptschritts 12 sind, in Abhängigkeit von Eingangsgrößen $x_{i,i=1...4}$, die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte $g_{i,i=1...4}$ für die Abstandsgröße ermittelt.

Beispielsgemäß handelt es sich bei einer ersten Eingangsgröße x_1 um eine Größe, die eine vom Fahrer hervorgerufene Fahrpedalauslenkung s eines nicht abgebildeten Fahrpedals, das zur fahrerseitigen Beeinflussung von Antriebsmitteln des Fahrzeugs vorgesehen ist, beschreibt. Bei plötzlichem Eintreten einer Auffahrgefahr auf ein vorausfahrendes Fahrzeug reagiert der Fahrer intuitiv mit einer Verringerung der Fahrpedalauslenkung s , in der Absicht, den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug auf einen sicheren Wert zu vergrößern. Umgekehrt erwartet der Fahrer bei Vergrößerung der Fahrpedalauslenkung s intuitiv eine Verringerung des Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug. Der erste Gewichtungswert g_1 ist daher umso größer, je größer die vom Fahrer hervorgerufene Fahrpedalauslenkung s ist, was im ersten Teilschritt 12a durch Verwendung einer

entsprechenden funktionalen Abhängigkeit zwischen erstem Gewichtungswert g_1 und Fahrpedalauslenkung s Eingang findet. Die funktionale Abhängigkeit weist hierzu beispielsweise den dargestellten stufenförmigen Verlauf auf, wobei anstelle eines stufenförmigen Verlaufs natürlich auch jeder andere Verlauf denkbar ist, der zum gewünschten Ergebnis führt. Beim bevorzugten Ausführungsbeispiel weisen die Stufen des Verlaufs gemäß dem ersten Teilschritt 12a jeweils eine Hysterese auf.

Bei einer zweiten Eingangsgröße x_2 handelt es sich um eine Größe, die das Fahrkönnen des Fahrers charakterisiert. Das Fahrkönnen wird beispielsweise vom Fahrer des Fahrzeugs an einem im Fahrzeug angeordneten Bedienelement an- bzw. vorgegeben, wobei der Fahrer zwischen einem "Komfortmodus" und einem "Sportmodus" wählen kann. Der zweite Gewichtungswert g_2 ist im Falle des "Komfortmodus" größer als im "Sportmodus", was im zweiten Teilschritt 12b bei der Ermittlung des zweiten Gewichtungswerts g_2 durch Verwendung einer entsprechenden funktionalen Abhängigkeit zwischen zweitem Gewichtungswert g_2 und gewähltem Modus berücksichtigt wird. Beispielsgemäß wird die funktionale Abhängigkeit durch eine Sprungfunktion beschrieben. Es versteht sich, dass auch mehr als zwei wählbare Modi vorgesehen sein können. Weiterhin ist auch eine fahrerunabhängige Abschätzung des Fahrkönnens durch Auswertung geeigneter Größen, beispielsweise durch Auswertung der maximal auftretenden Beschleunigungen bzw. Verzögerungen a_z des Fahrzeugs oder der Betätigungsgeschwindigkeit von zur Beeinflussung der Längs- und Querdynamik des Fahrzeugs vorgesehenen Bedienelementen vorstellbar.

Weiterhin handelt es sich bei einer dritten Eingangsgröße x_3 um eine Größe, die den Straßenzustand, also den Reibwert μ zwischen der Fahrbahnoberfläche und den Rädern des Fahrzeugs charakterisiert. Der dritte Gewichtungswert g_3 nimmt tendenziell mit geringer werdendem Reibwert μ zu, was im dritten Teilschritt 12c in Form einer entsprechenden funktionalen Ab-

hängigkeit zwischen drittem Gewichtungswert g_3 und Reibwert μ Berücksichtigung findet. Der Reibwert μ wird beispielsweise auf Basis einer ermittelten Fahrtgeschwindigkeitsgröße, die die Fahrtgeschwindigkeit v_f des Fahrzeugs beschreibt, und/oder einer ermittelten Gierratengröße, die die Gierrate $\dot{\psi}$ des Fahrzeugs beschreibt, und/oder einer ermittelten Querschleunigungsgröße, die die auf das Fahrzeug wirkende Querschleunigung a_y beschreibt, und/oder einer Lenkwinkelgröße, die den an lenkbaren Rädern des Fahrzeugs eingestellten Lenkwinkel δ beschreibt, bestimmt. Alternativ wird der Reibwert μ lediglich geschätzt, wozu die Scheibenwischeraktivität und/oder die Außentemperatur ausgewertet wird.

Bei einer vierten Eingangsgröße x_4 schließlich handelt es sich um eine Größe, die das Beschleunigungsverhalten des vorausfahrenden Fahrzeugs relativ zum eigenen Fahrzeug beschreibt, also beispielsweise eine Relativbeschleunigungsgröße, die die Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung a_{rel} des Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt. Der vierte Gewichtungswert g_4 wird hierbei umso größer bzw. kleiner, je größer die Beschleunigung bzw. Verzögerung des vorausfahrenden Fahrzeugs relativ zum eigenen Fahrzeug ist, was im vierten Teilschritt 12d durch Verwendung einer entsprechenden funktionalen Abhängigkeit zwischen viertem Gewichtungswert und Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung a_{rel} berücksichtigt wird. Die funktionale Abhängigkeit weist beispielsweise den dargestellten stufenförmigen Verlauf auf, wobei anstelle eines stufenförmigen Verlaufs natürlich auch jeder andere Verlauf möglich ist.

Analog zum ersten Teilschritt weisen die Stufen des im vierten Teilschritt 12d dargestellten Verlaufs ebenfalls jeweils eine Hysterese auf. Durch die Hysterese wird vermieden, dass bereits geringfügige Schwankungen der Eingangsgröße g_1 bzw. g_4 im Bereich einer der Sprungsstellen des stufenförmigen Verlaufs zu einem ständigen hin- und herwechseln zwischen zwei benachbarten Stufenniveaus des Gewichtungswerts x_1 bzw.

x_4 führen, was letztlich ein äußerst unruhiges Abstandsverhalten des Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug aufgrund des sich ständig verändernden Sollwerts der Abstandsgröße zur Folge hätte.

Die Gewichtungswerte $g_{i,i=1...4}$ stellen im vorliegenden Ausführungsbeispiel dimensionslose Faktoren dar, die innerhalb vorgegebener Werteintervalle liegen, wobei die Werteintervalle jeweils durch Vorgabe einer oberen Intervallgrenze $g_{i,i=1...4}^{\max}$ und einer unteren Intervallgrenze $g_{i,i=1...4}^{\min}$ definiert sind. Größenordnungsmäßig gilt beispielsweise $g_{i,i=1...4}^{\max} \approx 1,0 \dots 1,5$ und $g_{i,i=1...4}^{\min} \approx 0,5 \dots 1,0$, wobei der genaue Wert der Intervallgrenzen $g_{i,i=1...4}^{\max}$, $g_{i,i=1...4}^{\min}$ von der jeweiligen Eingangsgröße $x_{i,i=1...4}$ abhängt.

Die genauen funktionalen Abhängigkeiten zwischen den Gewichtungswerten $g_{i,i=1...4}$ und den Eingangsgrößen $x_{i,i=1...4}$ werden, ebenso wie die jeweils zugehörigen Werteintervalle bzw. Intervallgrenzen, auf Basis von theoretischen Untersuchungen und/oder Simulationen und/oder Fahrversuchen ermittelt.

In einem dritten Hauptschritt 13 werden die zuvor ermittelten Gewichtungswerte $g_{i,i=1...4}$ multiplikativ zu einem Verknüpfungswert f für die Abstandsgröße verknüpft,

$$f \propto \prod_{i=1...4} g_i ,$$

wobei es sich bei der multiplikativen Verknüpfung vorzugsweise um das geometrische Mittel der Gewichtungswerte $g_{i,i=1...4}$ handelt,

$$f \propto \sqrt[4]{\prod_{i=1...4} g_i} .$$

Anschließend wird der Verknüpfungswert f in einem vierten Hauptschritt 14 auf einen vorgegebenen Wertebereich einge-

schränkt. Der Wertebereich ist durch Vorgabe eines oberen Grenzwerts f_{\max} und eines unteren Grenzwerts f_{\min} für den Verknüpfungswert f definiert, wobei die Grenzwerte f_{\max} , f_{\min} in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben werden. Größenordnungsmäßig gilt beispielsweise $f_{\max} \approx 1,75$ und $f_{\min} \approx 0,25$.

Zur Ermittlung des Sollwerts d_{soll} der Abstandsgröße wird der gegebenenfalls begrenzte Verknüpfungswert f in einem fünften Hauptschritt 15 mit einem geeigneten Referenzwert d_{ref} der Abstandsgröße multipliziert, wobei der Referenzwert d_{ref} ebenfalls in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben wird. In Abwandlung zur dargestellten Ausführung kann anstatt der Begrenzung des Verknüpfungswerts f auch eine Begrenzung des Sollwerts d_{soll} der Abstandsgröße erfolgen.

Bei den Fahrzustandsgrößen handelt es sich beispielsweise um eine Fahrtgeschwindigkeitsgröße, die die Fahrtgeschwindigkeit v_f des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Beschleunigungsgröße, die die Beschleunigung bzw. Verzögerung a_f des Fahrzeugs beschreibt, und/oder eine Relativgeschwindigkeitsgröße, die die Relativgeschwindigkeit v_{rel} zwischen Fahrzeug und vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, und/oder eine Relativbeschleunigungsgröße, die die Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung a_{rel} des Fahrzeugs zum vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt.

Die Ermittlung des Referenzwerts d_{ref} und der Grenzwerte f_{\max} , f_{\min} erfolgt vorzugsweise derart, dass der Sollwert d_{soll} der Abstandsgröße einen gegebenen Höchst- bzw. Mindestwert nicht über- bzw. unterschreitet. Der Höchstwert ist im wesentlichen durch die maximale Reichweite von Sensormitteln, die zur Ermittlung des Istwerts d_{ist} der Abstandsgröße vorgesehen sind, gegeben, während sich der Mindestwert aus einem aus Sicherheitsgründen nicht zu unterschreitenden Mindestabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug ergibt, der einerseits so gering wie

möglich ist und der andererseits auch bei einer Vollbremsung des vorausfahrenden Fahrzeugs dem Fahrer die Möglichkeit gibt, das Fahrzeug sicher und kollisionsfrei in den Stillstand abzubremsen, wobei neben den Fahrzustandsgrößen zusätzlich auf Erfahrungswerten basierende Verzögerungszeitgrößen, die die Reaktionszeit des Fahrers ("Schrecksekunde") und/oder die aufgrund des Lüftspiels verursachte Totzeit von Bremsmitteln des Fahrzeugs beschreiben, mitberücksichtigt werden.

In einem sechsten Hauptschritt 16 werden schließlich die Bremsmittel und/oder die Antriebsmittel des Fahrzeugs derart angesteuert, dass der ermittelte Istwert d_{ist} der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert d_{soll} einnimmt. Dies erfolgt in Form einer Regelung bzw. Steuerung, wobei die Differenz, d.h. die Abweichung zwischen dem Istwert d_{ist} und dem Sollwert d_{soll} der Abstandsgröße eine Steuer- bzw. Regelgröße zur Ansteuerung der Bremsmittel und/oder der Antriebsmittel bildet.

Um den Fahrer auf ein allzu dichtes Auffahren auf das vorausfahrende Fahrzeug bzw. auf das Vorliegen einer Auffahrgefahr hinzuweisen, wird in einem zweiten Nebenschritt 22 eine Fahrerwarnung an den Fahrer des Fahrzeugs in Form optischer und/oder akustischer Signale ausgegeben, falls in einem vorhergehenden ersten Nebenschritt 21 festgestellt wird, dass der ermittelte Istwert d_{ist} der Abstandsgröße den durch den unteren Grenzwert f_{min} des Verknüpfungswerts f gegebenen Sollwert d_{soll} der Abstandsgröße, also den Mindestwert der Abstandsgröße unterschreitet.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs. Die Vorrichtung umfasst neben den zur Erfassung des Abstands zwischen Fahrzeug und vorausfahrendem Fahrzeug vorgesehenen Sensormitteln 30 eine Auswerteeinheit 31, der die Abstandssignale der Sensormittel 30 zugeführt werden. Bei den Sensormitteln 30 handelt es sich beispielsweise um Radar- oder Ultraschallsensoren, wie sie in gängigen Abstandsregelsystemen

Verwendung finden. Gleichzeitig ermittelt die Auswerteeinheit 31 auf Basis der Eingangsgrößen $x_{i,i=1...4}$ die Gewichtungswerte $g_{i,i=1...4}$ der Abstandsgröße. Die zur Ermittlung der Gewichtungswerte $g_{i,i=1...4}$ benötigten funktionalen Abhängigkeiten sind hierbei in der Auswerteeinheit 31 abgelegt.

Die zur Ermittlung des ersten Gewichtungswerts g_1 herangezogene Fahrpedalauslenkung s liegt in Form eines Sensorsignals vor, das von einem mit dem Fahrpedal 32 zusammenwirkenden Fahrpedalsensor 34 bereitgestellt und der Auswerteeinheit 31 zugeführt wird.

Weiterhin erfasst die Auswerteeinheit 31 zur Ermittlung des zweiten Gewichtungswerts g_2 den Schaltzustand des zur Vorgabe des Fahrkönnens vorgesehenen Bedienelements 35, das die Auswahl zwischen dem "Komfortmodus" und dem "Sportmodus" erlaubt. Das Bedienelement 35 ist vorzugsweise menügesteuert in eine vorhandene Kombimenüeinheit implementiert.

Zur Ermittlung des dritten Gewichtungswerts g_3 auf Basis des Straßenzustands, also des Reibwerts μ , wertet die Auswerteeinheit 31 die Signale von Raddrehzahlsensoren 40, die die Raddrehzahlen $n_{i,i=1...4}$ der Räder des Fahrzeugs erfassen, und/oder eines Gierratensensors 41, der die Gierrate $\dot{\psi}$ des Fahrzeugs erfasst, und/oder eines Querb beschleunigungssensors 42, der die auf das Fahrzeug wirkende Querb beschleunigung a_y erfasst, und/oder eines Lenkradwinkelsensors 43, der den Lenkradwinkel α eines Lenkrads 44, das zur fahrerseitigen Beeinflussung des Lenkwinkels δ vorgesehen ist, erfasst, aus. Aus den erfassten Raddrehzahlen $n_{i,i=1...4}$ lässt sich insbesondere die Fahrtgeschwindigkeitsgröße bzw. die durch die Fahrtgeschwindigkeitsgröße beschriebene Fahrtgeschwindigkeit v_f des Fahrzeugs ableiten. Sowohl Gierratensensor 41 als auch Querb beschleunigungssensor 42 können Teil eines im Fahrzeug vorhandenen Elektronischen Stabilitäts-Programms (ESP) sein. Alternativ kann die Auswerteeinheit 31 den Reibwert μ durch Auswertung der Signale eines zur Erfassung der Schei-

benwischeraktivität vorgesehenen Scheibenwischersensors 45 und/oder eines zur Erfassung der Außentemperatur vorgesehenen Temperatursensors 46 abschätzen.

Die zur Ermittlung der vierten Gewichtungswerts g_4 herangezogene Relativbeschleunigung bzw. Relativverzögerung a_{rel} schließlich ergibt sich durch zweifache zeitliche Ableitung oder entsprechende Gradientenbildung der von den Sensormitteln 30 zur Verfügung gestellten Abstandssignale.

Die in Abhängigkeit der Eingangsgrößen $x_{i,i=1...4}$ ermittelten Gewichtungswerte $g_{i,i=1...4}$ werden von der Auswerteeinheit 31 multiplikativ zum Verknüpfungswert f für die Abstandsgröße verknüpft, danach auf den durch den oberen und unteren Grenzwert f_{min}, f_{max} definierten Wertebereich eingeschränkt und schließlich zur Ermittlung des Sollwerts d_{soll} für die Abstandsgröße mit dem vorgegebenen Referenzwert d_{ref} der Abstandsgröße multipliziert.

Nach erfolgter Ermittlung des Sollwerts d_{soll} der Abstandsgröße steuert die Auswerteeinheit 31 die zur Abbremsung des Fahrzeugs vorgesehenen Bremsmittel 50 und/oder die Antriebsmittel 33 derart an, dass der ermittelte Istwert d_{ist} der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert d_{soll} einnimmt. Die Auswerteeinheit 31 wirkt hierzu mit einer Antriebsmittelsteuerung 51 zur Ansteuerung der Antriebsmittel 33 und mit einer Bremsmittelsteuerung 52 zur Ansteuerung der Bremsmittel 50 zusammen, wobei es sich bei den Antriebsmitteln 33 unter anderem um Motor, Getriebe und Kupplung des Fahrzeugs und bei den Bremsmitteln 50 beispielsweise um hydraulisch oder pneumatisch betätigte Radbremseinrichtungen handelt.

Zur Ausgabe der Fahrerwarnung sind optische und/oder akustische Signalgeber 53 vorgesehen, die von der Auswerteeinheit 31 angesteuert werden, falls der ermittelte Istwert d_{ist} der Abstandsgröße den durch den unteren Grenzwert f_{min} des Ver-

knüpfungswerts f gegebenen Sollwert d_{sol} der Abstandsgröße, also den Mindestwert der Abstandsgröße unterschreitet.

Eine Aktivierung bzw. Deaktivierung der Vorrichtung erfolgt beispielsweise über einen Schalter 54, der mit der Auswerteeinheit 31 verbunden ist und der menügesteuert in eine vorhandene Kombimenüeinheit implementiert sein kann. Daneben ist es auch vorstellbar, die Vorrichtung fahrerunabhängig zu deaktivieren, falls ein Fahrerwunsch auf Abbremsung des Fahrzeugs festgestellt wird, wozu die Auswerteeinheit 31 die Signale eines Bremspedalsensors 55 auswertet, der eine vom Fahrer hervorgerufene Bremspedalauslenkung 1 eines zur fahrerseitigen Beeinflussung der Bremsmittel 50 vorgesehenen Bremspedals 56 erfasst.

Die zur Verwirklichung des Verfahrens bzw. der Vorrichtung notwendigen Sensoren sind in der Regel im Fahrzeug vorhanden, sodass sich die erfindungsgemäße Abstandsregelung nicht nur kostengünstig bei Neufahrzeugen, sondern auch nachträglich in bereits vorhandene Abstandsregelsysteme nachrüsten lässt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs, bei dem ein Istwert (d_{ist}) einer Abstandsgröße, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, ermittelt wird, und bei dem in Abhängigkeit von Eingangsgrößen (x_i), die die Fahrsituation des Fahrzeugs und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte (g_i) für die Abstandsgröße ermittelt werden, aus denen wiederum ein Sollwert (d_{soll}) für die Abstandsgröße ermittelt wird, wobei Bremsmittel (50) und/oder Antriebsmittel (33) des Fahrzeugs derart angesteuert werden, dass der ermittelte Istwert (d_{ist}) der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert (d_{soll}) der Abstandsgröße einnimmt,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zur Ermittlung des Sollwerts (d_{soll}) der Abstandsgröße die Gewichtungswerte (g_i) miteinander multipliziert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zur Ermittlung des Sollwerts (d_{soll}) der Abstandsgröße das geometrische Mittel der Gewichtungswerte (g_i) gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die multiplizierten Gewichtungswerte (g_i) zur Ermittlung des Sollwerts (d_{soll}) der Abstandsgröße auf einen vorgegebenen Wertebereich eingeschränkt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Wertebereich durch Vorgabe eines oberen und unteren Grenzwerts (f_{max}, f_{min}) für die multiplizierten Gewichtungswerte (g_i) definiert ist, wobei die Grenzwerte (f_{max}, f_{min}) in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die multiplizierten Gewichtungswerte (g_i) zur Ermittlung des Sollwerts (d_{soll}) der Abstandsgröße mit einem vorgegebenen Referenzwert (d_{ref}) für die Abstandsgröße multipliziert werden, wobei der Referenzwert (d_{ref}) in Abhängigkeit von Fahrzustandsgrößen, die den Fahrzustand des Fahrzeugs beschreiben, vorgegeben wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass eine Fahrerwarnung an den Fahrer des Fahrzeugs ausgegeben wird, falls der ermittelte Istwert (d_{ist}) der Abstandsgröße den durch den unteren Grenzwert (f_{min}) der multiplizierten Gewichtungswerte (g_i) gegebenen Sollwert (d_{soll}) der Abstandsgröße unterschreitet.
7. Vorrichtung zur Abstandsregelung eines Fahrzeugs, bei der eine Auswerteeinheit (31) einen Istwert (d_{ist}) einer Abstandsgröße ermittelt, die einen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug beschreibt, und bei der die Auswerteeinheit (31) in Abhängigkeit von Eingangsgrößen (x_i), die die Fahrsituation des Fahrzeugs

und/oder die Umgebungssituation des Fahrzeugs und/oder das Fahrverhalten des Fahrers beschreiben, mehrere Gewichtungswerte (g_i) für die Abstandsgröße ermittelt, aus denen die Auswerteeinheit (31) wiederum einen Sollwert (d_{soll}) für die Abstandsgröße ermittelt, wobei die Auswerteeinheit (31) Bremsmittel (50) und/oder Antriebsmittel (33) des Fahrzeugs derart ansteuert, dass der ermittelte Istwert (d_{ist}) der Abstandsgröße den ermittelten Sollwert (d_{soll}) der Abstandsgröße einnimmt,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Auswerteeinheit (31) zur Ermittlung des Sollwerts (d_{soll}) der Abstandsgröße die Gewichtungswerte (g_i) miteinander multipliziert.

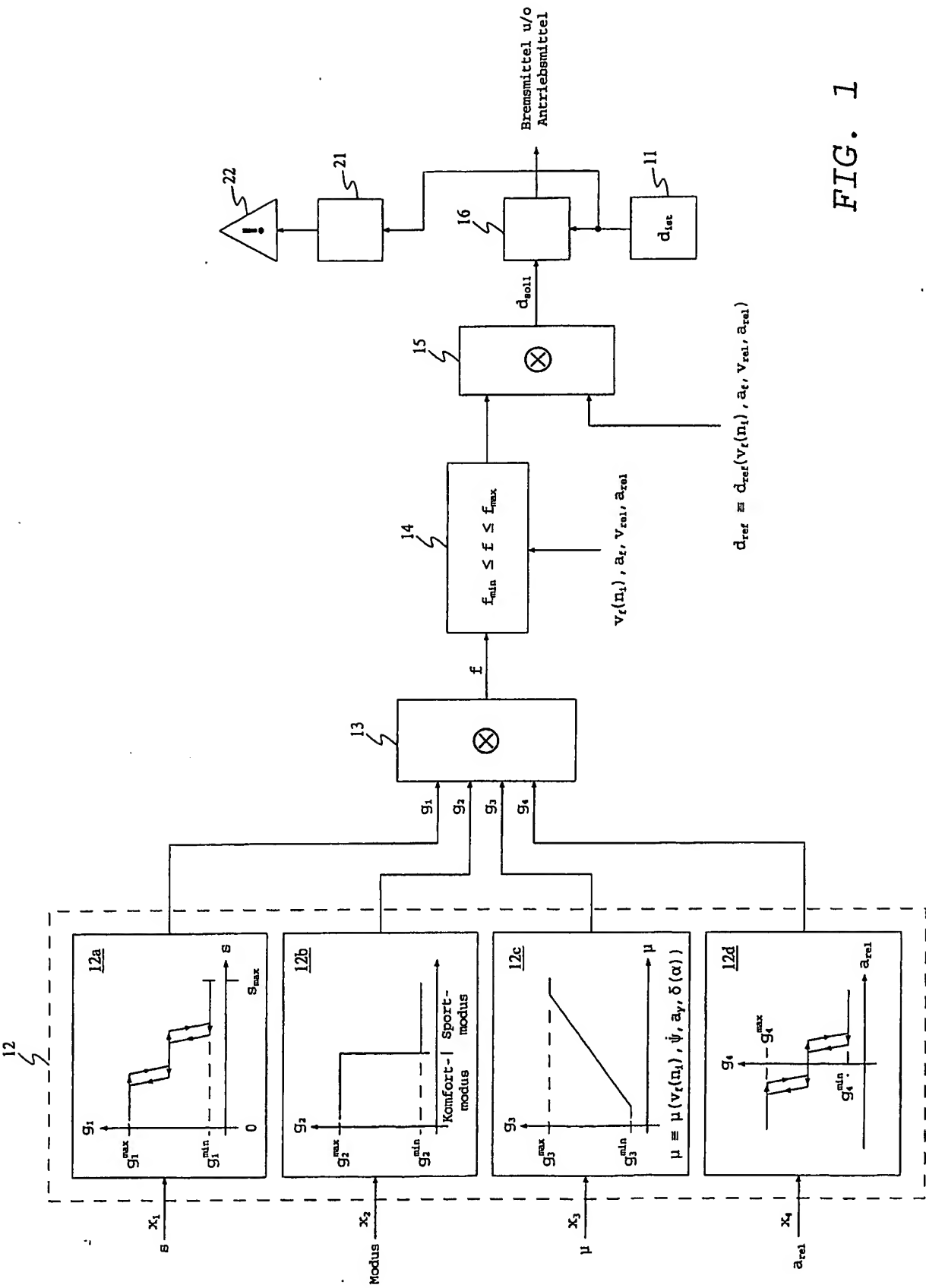


FIG. 1

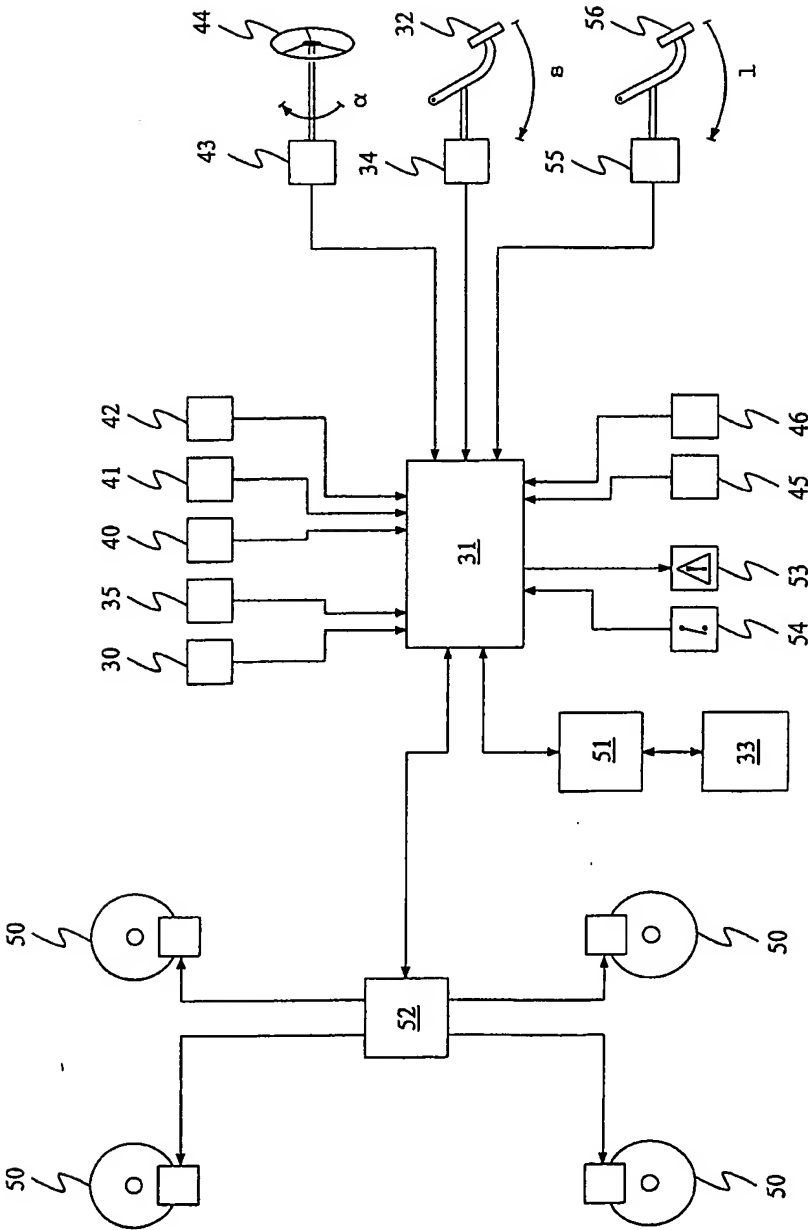


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/010800

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01S13/93 B60K31/00 G01S17/93

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01S B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X | EP 0 677 799 A (HONDA MOTOR CO LTD) 18 October 1995 (1995-10-18) page 8, line 1 - line 35; figures 7,8 | 1-7 |
| A | WO 01/20362 A (BOSCH GMBH ROBERT ; LAUXMANN RALPH (DE); WINNER HERMANN (DE)) 22 March 2001 (2001-03-22) cited in the application abstract | 1-7 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 December 2004

Date of mailing of the international search report

23/12/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Johansson, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/010800

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|-------------------------------------------|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 0677799 | A | 18-10-1995 | JP 7277115 A | 24-10-1995 |
| | | | JP 7277041 A | 24-10-1995 |
| | | | JP 7277116 A | 24-10-1995 |
| | | | DE 69516934 D1 | 21-06-2000 |
| | | | DE 69516934 T2 | 05-10-2000 |
| | | | EP 0677799 A2 | 18-10-1995 |
| | | | US 5865265 A | 02-02-1999 |
| WO 0120362 | A | 22-03-2001 | DE 19943611 A1 | 22-03-2001 |
| | | | CZ 20020816 A3 | 17-07-2002 |
| | | | WO 0120362 A1 | 22-03-2001 |
| | | | EP 1218773 A1 | 03-07-2002 |
| | | | JP 2003516892 T | 20-05-2003 |
| | | | US 6789637 B1 | 14-09-2004 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/010800

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01S13/93 B60K31/00 G01S17/93

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01S B60K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie° | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| X | EP 0 677 799 A (HONDA MOTOR CO LTD) 18. Oktober 1995 (1995-10-18) Seite 8, Zeile 1 - Zeile 35; Abbildungen 7,8 | 1-7 |
| A | WO 01/20362 A (BOSCH GMBH ROBERT ; LAUXMANN RALPH (DE); WINNER HERMANN (DE)) 22. März 2001 (2001-03-22) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung | 1-7 |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Dezember 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

23/12/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Johansson, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/010800

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|
| EP 0677799 | A | 18-10-1995 | JP | 7277115 A | 24-10-1995 |
| | | | JP | 7277041 A | 24-10-1995 |
| | | | JP | 7277116 A | 24-10-1995 |
| | | | DE | 69516934 D1 | 21-06-2000 |
| | | | DE | 69516934 T2 | 05-10-2000 |
| | | | EP | 0677799 A2 | 18-10-1995 |
| | | | US | 5865265 A | 02-02-1999 |
| WO 0120362 | A | 22-03-2001 | DE | 19943611 A1 | 22-03-2001 |
| | | | CZ | 20020816 A3 | 17-07-2002 |
| | | | WO | 0120362 A1 | 22-03-2001 |
| | | | EP | 1218773 A1 | 03-07-2002 |
| | | | JP | 2003516892 T | 20-05-2003 |
| | | | US | 6789637 B1 | 14-09-2004 |